

Design of the Upgrading and Renovation Project for a County Sewage Plant in Hunan Province, China

Mingda Yu¹ Min Li²

1. Hunan Xiangxin Water Environmental Protection Investment and Construction Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410082, China

2. Hunan Modern Environmental Technology Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract

The design scale of a sewage treatment plant in a certain county in Hunan is 30000 t/d. The original process used improved oxidation ditch, secondary sedimentation tank, rotary disc filter tank, and contact disinfection. The effluent quality complies with the Class I B standard of GB18918-2002 *Pollutant Discharge Standard for Urban Sewage Treatment Plants*. According to local environmental protection requirements, it is necessary to improve the effluent quality to the first level A standard of GB18918-2002 *Pollutant Discharge Standard for Urban Wastewater Treatment Plants*. Based on the current situation of the project, the aeration, push flow, and reflux forms of the improved oxidation ditch are modified to increase the hydraulic retention time, optimize the uneven settlement of the secondary sedimentation tank, and level it. The filter cloth filter tank is renovated, and a high-efficiency sedimentation tank and contact disinfection tank are added, with a total investment of about 30 million yuan. After the renovation, the electricity cost decreased by about 850000 yuan per year, and the pharmaceutical cost increased by 876000 yuan per year. After the standard was raised, the direct operating cost increased by 26000 yuan per year.

Keywords

sewage treatment plant; upgrading and renovation; improved oxidation ditch; aeration; circumfluence

中国湖南某县城污水厂提标改造工程设计

余明达¹ 李敏²

1. 湖南湘新水务环保投资建设有限公司, 中国·湖南长沙 410082

2. 湖南现代环境科技股份有限公司, 中国·湖南长沙 410000

摘要

湖南某县城污水处理厂设计规模为3.0万吨/日, 原有工艺采用改良氧化沟+二沉池+转盘滤池+接触消毒, 出水水质执行GB18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级B标准。按照当地环保要求, 需要将出水水质提升至GB18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标准, 基于工程现状, 对改良型氧化沟曝气、推流、回流形式改造, 提高水力停留时间, 优化二沉池的不均匀沉降进行找平, 改造滤布滤池, 新增高效沉淀池和接触消毒池, 总投资约3000万元, 改造后电费降低约85万/年, 药剂增加87.6万/年, 提标后直接运营成本提高了2.6万/年。

关键词

污水处理厂; 提标改造; 改良氧化沟; 曝气; 回流

1 工程概况

湖南某县城污水厂位于澧水南侧, 主要处理县城区域内的生活污水, 处理能力为3.0万吨/日, 2010年建成时采用GB18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级B标准, 污水厂先后在2016和2018年改造了污泥脱水系统和新增了转盘滤池系统。现状处理工艺为: 格栅及旋流沉砂池—改良型氧化沟—二沉池—转盘滤布滤池—接触

消毒池—出水提升泵站—澧水。根据《湖南某县城乡排水一体化PPP可行性研究报告》要求, 县城污水厂亟需提标至GB18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标准^[1]。

2 进出水标准

污水厂运行约十年, 原设计进水按照《湖南某县污水处理工程初步设计》(2008年), 部分指标与实际存在一定偏差, 出水标准按GB18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级B标准。因此, 结合污水处理厂实际运行情况和周边污水厂实际进出水情况, 本次提标改造设计进出水指标见表1。

【作者简介】余明达(1991—), 男, 中国湖北孝感人, 硕士, 工程师, 从事供排水设计技术管理、工艺开发等研究。

表 1 提标改造设计进出水水质 (单位: mg/L)

项目	COD	BOD ₅	SS	TN	NH ₃ -N	TP
进水水质	≤ 300	≤ 150	≤ 200	≤ 35	≤ 30	≤ 4
出水水质(一级 A 标准)	≤ 50	≤ 10	≤ 10	≤ 15	≤ 5 (8)	≤ 0.5
去除率	≥ 83.3%	≥ 93.3%	≥ 95%	≥ 57.15%	≥ 83.3%	≥ 87.5%

3 工程设计

3.1 原有设计

由于城区污水没有分流,进水复杂,有生活污水、工业废水、养殖废水等,污染物浓度高、成分复杂,可生化性较差等特点,污水厂本身运营就有较大难度,且污水厂按照 2006 年规范设计,也不符合现有标准。尽管污水厂在 2018 年新增了转盘滤池,但出水指标与新的排放标准有较大差距。现状工艺流程图如图 1 所示。

主要工艺段的设计要点为:①改良型氧化沟设计的停留时间为 12.89h,缺氧池停留时间 2.07h,采用的倒伞形表面曝气机 DS325L 共计 6 台,通过手动内回流门调节回流,理论最大回流比为 540%;②二沉池采用辐流式沉淀池,平均表面负荷为 0.78m³/m²·h,水力总停留时间 4.88h,采用中心传动单管刮泥机 ZXJ-32;③转盘滤池采用中间出水形式,单组盘片数量 12 片,总有效过滤面积 84.82m²,均时滤速 3.68m³/m²·h;④接触消毒池为钢混结构,使用二氧化氯接触消毒,由于滤布滤池为后期安装,为满足过水要求,将消毒池出水堰降低了 0.7m,总停留时间为 25.59min。

由于氧化沟运行了十多年,设计标准也多次修改,相关设备年久老化,部分土建侵倾斜,严重影响了污水厂运行,主要包括:①氧化沟总停留时间为 12.89h,缺氧池停留时间为 2.07h,均无法满足现行的 GB50014—2021《室外排水设计标准》;②缺氧好氧交替的环境主要靠曝气转刷开启的台数及运行状态控制,操作难度大,无法精准控制且能耗巨大,部分设备损坏氧气利用效率低下^[2];③1号二沉池发生不均匀沉降,出水堰实际标高与原设计标高差距最大处有 0.2m,布水出水不均,进出水向低堰流动,引起污泥上浮,沉淀效果不理想;④滤池安装存在问题,中心筒标高过高,正常进水时盘片裸露出液面,滤布自 2018 年安装后就未清洗和更换,一直处于溢流状态,导致污水厂目前处理能力仅为 1.5 万~1.8 万吨/日的主要原因;⑤接触消毒池低于规范要求要求的 30min,消毒效果无法保证。

3.2 改造设计思路

污水厂按照现有设计标准无法满足要求,且无可供生化段扩容的用地,需要充分挖掘现有氧化沟的潜能,并合理化设计工艺流程,在水质达标的前提下尽可能降低运营费用。主要改造思路为解决现有氧化沟脱氮能力不足且能耗高的问题,改善二沉池倾斜和偏移的问题,新增高效沉淀池保证总磷和 SS 的去除效率,改造转盘滤池,保证其过水,新

建消毒池保证消毒药剂的接触和反应时间。改造工艺流程图如图 2 所示。

3.3 改造设计方案

3.3.1 氧化沟设计改造

改良氧化沟功能是利用选择区、厌氧区、主反应区(包括缺氧区和好氧区)的不同功能,进行生物脱氮除磷,同时去除有机物^[3,4]。因此,在不改变氧化沟形式上,提高脱氮除磷能力,首先是利用 304 不锈钢板将生化区运行液位提高 500mm,相当于每组生化池容积增加 1036m³,水力停留时间延长 1.1h,提高约 13%。将现状 3、4 格厌氧区改造为缺氧区,好氧区分区不变。在加高和调整分区后,单边厌氧池 859.8m³,水力停留时间 1.38h,单边缺氧池容积 2214.4m³,水力停留时间 3.54h;单组好氧池容积为 6066.8m³,水力停留时间 9.7h,生化池总停留时间 14.6h,污泥浓度为 4g/L。经上述优化后,现状生化池和理论水力停留时间提升约 13%,实际水力停留时间提升 15%~20%。改变曝气形式,将原有的表曝改为底曝,曝气形式变换为“鼓风机+曝气管”^[1],新增可提升曝气管 350 套,单套曝气管服务面积为 0.75~2.5m²/m,标准通气量 8.0~14m³/h,标准氧气转移效率 ≥ 35%,标准充氧能力 ≥ 1.2kgO₂/h,淹没水深 4~8m,气泡直径 0.9~1.8mm。强化混合液回流,将原有的手动内回流门调节改为泵强制回流,新增硝化液回流泵 4 台,大泵 Q=1800~2500m³/h, H=0.8m, N=11kW(1 用,1 台冷备),小泵 Q=1080~1800m³/h, H=0.8m, N=7.5kW(1 用,1 台冷备),回流比控制在 100%~400%。回流泵安装于缺氧池与好氧池的侧墙处,混合液出口为分区后的 1 号缺氧池,回流泵采用变频控制。内回流比 4:1 及以上,单台大泵运行;内回流比 3:1,单台小泵运行;内回流比 2:1 及以下,单台小泵 2/3 功率运行。

3.3.2 二沉池改造设计

由于 1 号二沉池出现不均匀沉降,需要对池顶、出水堰、池底进行二次找平,其中外堰池顶及出水堰找平时应以找平示意图为参照,对控制点位标高进行二次校核以保障精确性。同时拆除原有的 ZXG-32 中心传动刮泥机,更换为 ZXG-32 周边传动刮泥机。

3.3.3 高效沉淀池设计

高密度沉淀池仍保持三个模块,分别是集成式絮凝区、沉淀区及污泥浓缩区^[5]。并在此基础上为尽可能降低运行费用,减少常规的提升泵站对运行费用的影响,二沉池出水重力自流进入高效沉淀池,因此将高效沉淀池标高整体下降

1650mm,同时增大沉淀池面积,优化混合池、絮凝池布置,取消独立设备间。沉淀区平面尺寸设计为12m×12m,水力负荷采用 $6.5\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$,污泥泵为便于后期运行,采用离心泵。

3.3.4 滤布滤池改造设计

本设计考虑转盘滤布滤池与高效沉淀池并联运行,二沉池出水可进入滤池过滤,或进入高效沉淀池絮凝沉淀,或部分进入滤池、部分进入高效沉淀池处理,运行调度灵活。为保证二沉池出水可重力自流进入滤池,将滤池运行液位降低620mm,将进水堰口标高降低500mm,将出水堰口顶标高降低500mm,保证水流顺畅。极端情况下,当高效沉淀池SS浓度超标时,可利用消毒池备用的强排泵站将高效沉

淀池与滤布滤池串联,确保极端情况下的出水水质。

3.3.5 消毒池设计

本设计将接触消毒池、巴氏计量槽及强排泵房、在线监测用房和配电间合建,布置在新建接触消毒池位置,接触消毒池、巴氏计量槽及强排泵房采用地下式,在线监测用房和配电间建于接触消毒池之上。在接触消毒池进水端增设挡墙,挡墙形成的流道和转角宽度均为1500mm,最大流速为0.1m/s,以促进水流与消毒剂的混合反应,提高消毒效果。将强排泵房布置在巴氏计量槽南侧,一方面用于洪水期间强排,另一方面用于极端情况下串联高效沉淀池和滤布滤池。

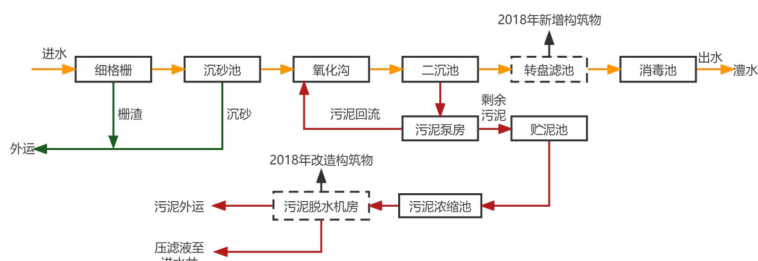


图1 现状工艺流程图

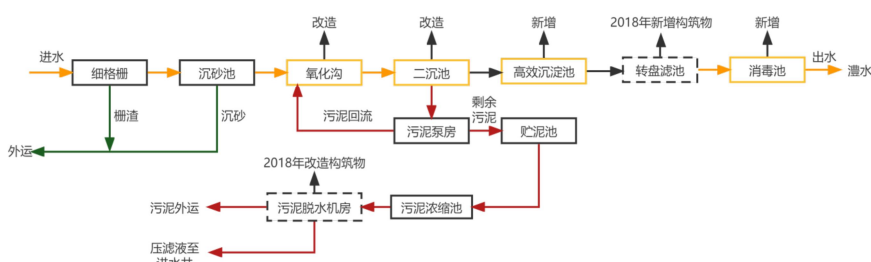


图2 改造工艺流程图

4 经济技术分析

按照要求改造,总投资约3000万元,预计直接运行费用与改造前接近,但出水标准由原有的一级B标准提升至一级A标准,预计可取得了不错的效果,其中电费降低85万元,药耗增加87.6万元,提标后直接运营成本提高了2.6万元,见表2。

表2 改造前后直接运营费用比较

项目	改造前	改造后	改造后 - 改造前
电耗	328 万元/年	243 万元/年	-85 万元
药耗	219 万元/年	306.6 万元/年	87.6 万元
小计	547 万元/年	549.3 万元/年	2.6 万元

5 结语

①在不大幅度改变现有池体的基础上,对氧化沟和沉淀池进行了设计改造,独特的设计了高效沉淀池和滤布滤池串并联系统,确保了项目满负荷运行和水质达标。②重点对现有的氧化沟表曝系统、厌缺氧分区、回流系统进行改造,进一步挖

掘了生化池的潜能,确保了生化池的可靠性,新增了自流形式的高效沉淀池,降低了运行电耗,减少了泵的维护成本。③改造投资约3000万元,完成改造后,预计直接运行费用与改造前接近,水标准由原有的一级B标准提升至一级A标准,其中电费降低,药耗增加,直接运营成本提升约2.6万元/年。

参考文献

- [1] 周国标,吕银忠,郑望.工业园区污水厂出水体表至地表水V类标准改造工程[J].中国给水排水,2022,38(18):87-93.
- [2] 戴杨叶,张大鹏,伍林芳.某污水处理厂提标工程中的氧化沟改造实践[J].中国给水排水,2022,38(24):92-96.
- [3] 潘振,罗剑云,梁程钧.改良氧化沟工艺污水处理厂提标改造工程实践[J].工业用水与废水,2020,51(1):70-73.
- [4] 肖艳.南方某氧化沟工艺污水厂的提标改造和扩建设计[J].净水技术,2020,39(7):35-40+138.
- [5] 王琳,田璐.曝气生物滤池脱氮研究进展[J].水处理技术,2018(7):1-5.